

B2

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-251902

(43)Date of publication of application : 14.09.2000

(51)Int.CI.

H01M 8/02

(21)Application number : 11-048442

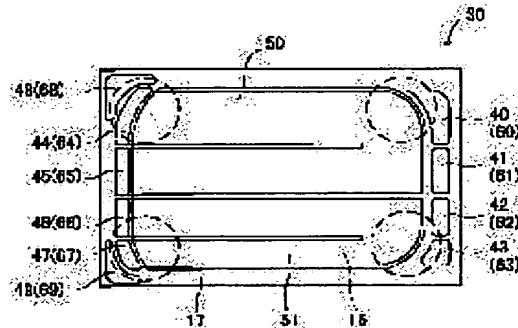
(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 25.02.1999

(72)Inventor : TAKAHASHI TAKESHI  
YOSHIOKA NAOKI**(54) GAS SEPARATOR FOR FUEL CELL, ITS MANUFACTURE AND FUEL CELL****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress warping of a gas separator for a fuel cell.

**SOLUTION:** A separator 30 comprises a collector 16 and an outer rim 17, and two recessed parts 50, 51 are formed on the collector 16. Plural projecting parts are provided in the recessed parts 50, 51. When a fuel cell is assembled by using the separator 30, the recessed parts 50, 51 and projecting parts provided in them form a gas passage between these parts and adjacent members. The collector 16 is almost quadrilateral, however its four corners are formed into a smooth curved shape with no angular part.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 11.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3683117

[Date of registration] 03.06.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-251902  
(P2000-251902A)

(43) 公開日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 M 8/02

識別記号

F I  
H 0 1 M 8/02

テマコト<sup>\*</sup> (参考)  
B 5 H 0 2 6

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-48442

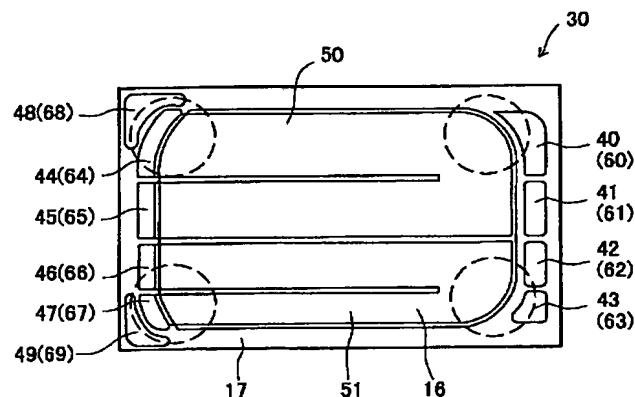
(22) 出願日 平成11年2月25日 (1999.2.25)

(71) 出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(72) 発明者 高橋 剛  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
(72) 発明者 吉岡 直樹  
愛知県豊田市吉原町上藤池25番地 アラコ  
株式会社内  
(74) 代理人 100096817  
弁理士 五十嵐 孝雄 (外2名)  
F ターム(参考) 5H026 AA06 BB00 BB02 CC04 CC08  
EE02

(54) 【発明の名称】 燃料電池用ガスセパレータおよびその製造方法並びに燃料電池

### (57) 【要約】

【課題】 燃料電池用ガスセパレータの反りを抑える  
【解決手段】 セパレータ30は、集電部16と外縁部17からなり、集電部16では、その一方の面上に2つの凹部50, 51が形成されている。凹部50, 51には、複数の凸部55が設けられている。セパレータ30を用いて燃料電池を組み立てたときには、凹部50, 51およびこれらが備える凸部55は、隣接する部材との間でガスの流路を形成する。集電部16は、略四角形状を成すが、その四隅に相当する部分は、角部を有しない滑らかな曲線状に形成されている。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 複数の単セルを積層してなり電気化学反応により起電力を得る燃料電池に用いられ、電解質層および電極を形成する部材と共に前記単セルを構成する燃料電池用ガスセパレータであって、その表面に、複数の凹凸構造を設けた集電領域を備え、前記集電領域は、前記燃料電池用ガスセパレータを前記燃料電池に組み込んだときには、前記凹凸構造によって、隣接する部材との間で、前記電気化学反応に供するためのガスの流路を形成すると共に、前記集電領域に前記凹凸構造を設けることによって前記集電領域内に生じる応力の分布が偏るのを抑えるように、前記集電領域の外周線が、角部を有しない滑らかな線状に形成されていることを特徴とする燃料電池用ガスセパレータ。

**【請求項2】** 複数の単セルを積層してなり電気化学反応により起電力を得る燃料電池に用いられ、電解質層および電極を形成する部材と共に前記単セルを構成する燃料電池用ガスセパレータであって、その表面に、複数の凹凸構造を設けた集電領域を備え、前記集電領域は、

前記燃料電池用ガスセパレータを前記燃料電池に組み込んだときには、前記凹凸構造によって、隣接する部材との間で、前記電気化学反応に供するためのガスの流路を形成すると共に、

前記集電領域の形状が略多角形状を成し、

前記集電領域の略多角形状の角部のうち、少なくとも一つの角部は、前記集電領域に前記凹凸構造を設けることによって生じる応力の分布が偏るのを抑えるように、前記角部に代えて、滑らかな曲線状に形成されていることを特徴とする燃料電池用ガスセパレータ。

**【請求項3】** 前記略多角形状は、略四角形状である請求項2記載の燃料電池用ガスセパレータ。

**【請求項4】** 請求項1ないし3記載の燃料電池用ガスセパレータであって、

前記集電領域は、金属板によって形成され、

前記凹凸構造は、金属板のプレス成形によって形成された燃料電池用ガスセパレータ。

**【請求項5】** 金属板をプレス成形することによって前記凹凸構造を形成した前記集電領域は、前記燃料電池用ガスセパレータを構成する他の領域とは別体で形成された請求項4記載の燃料電池用ガスセパレータ。

**【請求項6】** 複数の単セルを積層してなり電気化学反応により起電力を得る燃料電池に用いられ、電解質層および電極を形成する部材と共に前記単セルを構成する燃料電池用ガスセパレータであって、その表面に、前記電気化学反応に供するガスの流路を前記燃料電池内で形成可能となる複数の凹凸構造を有する燃料電池用ガスセパレータの製造方法であって、

(a) 前記燃料電池用ガスセパレータの基材を用意する工程と、

(b) 前記基材に対して所定の外力を加えて、前記基材の表面に、前記複数の凹凸構造を備える集電領域を形成する工程とを備え、

前記(b)工程は、前記集電領域を形成する際に、前記外力によって前記集電領域内に生じる応力の分布が偏るのを抑えるように、前記集電領域の外周線の形状を滑らかな曲線状に形成することを特徴とする燃料電池用ガスセパレータの製造方法。

**【請求項7】** 請求項6記載の燃料電池用ガスセパレータの製造方法であって、

前記(a)工程では、前記基材として金属板を用意すると共に、

前記(b)工程では、前記金属板に前記外力を加えて、前記金属板をプレス成形することにより、前記集電領域を形成することを特徴とする燃料電池用ガスセパレータの製造方法。

**【請求項8】** ガスの供給を受け、電気化学反応によって起電力を得る燃料電池であって、

請求項1ないし5いずれか記載の燃料電池用ガスセパレータを備える燃料電池。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、燃料電池用ガスセパレータおよびその製造方法並びに燃料電池に関する、詳しくは、単セルを複数積層して構成する燃料電池において、隣接する単セル間に設けられ、隣接する部材との間で燃料ガス流路および酸化ガス流路を形成すると共に、燃料ガスと酸化ガスとを隔てる燃料電池用ガスセパレータおよびその製造方法並びに燃料電池に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 燃料電池用ガスセパレータは、複数の単セルが積層された燃料電池スタックを構成する部材であって、充分なガス不透過性を備えることによって、隣り合う単セルのそれぞれに供給される燃料ガスおよび酸化ガスが混じり合うのを防いでいる。従来、このような燃料電池用ガスセパレータは、充分な導電性を有する炭素材料あるいは金属材料を用いて製造してきた。一般に、金属材料は強度に優れているため、炭素材料を用いる場合に比べてより薄いガスセパレータを製造することが可能であり、ガスセパレータを薄くすることによって、燃料電池全体を小型化することが可能となる。

**【0003】** また、燃料電池用ガスセパレータは、通常はその表面に所定の形状の凹凸構造を有し、この凹凸構造によって、燃料電池内で隣接する部材との間で、上記した燃料ガスおよび酸化ガスの流路を形成する。このような凹凸構造を有するガスセパレータを、金属材料によって製造する方法として、金属板をプレス成形する方法が提案されている（例えば、特開平10-241709）。

号公報等）。このような製造方法によれば、プレス成形という簡便な方法によって燃料電池用ガスセパレータを製造することができるため、製造工程を簡素化・短期化して生産性を向上させ、製造コストの上昇を抑えることができる。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、金属板をプレス成形することによって、所定の形状の凹凸構造を有するガスセパレータを製造する場合には、凹凸構造が形成される領域において、金属板の「曲げ」や「延ばし」が行なわれるため、金属板の内部においてプレス成形に起因する応力が生じ、出来上がったガスセパレータに反りを生じるという問題があった。ガスセパレータに反りが生じると、このようなガスセパレータを積層して燃料電池を組み付ける操作が非常に困難になってしまいういう弊害が起こる。さらに、反ったガスセパレータを無理に積層して燃料電池を組み付けた場合には、個々のガスセパレータ内に応力が生じていることによって、燃料電池の耐久性が損なわれてしまうおそれもあった。したがって、より反りの少ないガスセパレータが望まれていたが、金属板をプレス成形してガスセパレータを製造することによる利点を損なうことなく、ガスセパレータの反りを充分に抑える方法は、従来知られていなかった。

【0005】本発明の燃料電池用ガスセパレータおよびその製造方法並びに燃料電池は、こうした問題を解決し、燃料電池用ガスセパレータの反りを充分に抑えて、ガスセパレータの反りに起因する弊害を防ぐことを目的としてなされ、次の構成を探った。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の第1の燃料電池用ガスセパレータは、複数の単セルを積層してなり電気化学反応により起電力を得る燃料電池に用いられ、電解質層および電極を形成する部材と共に前記単セルを構成する燃料電池用ガスセパレータであって、その表面に、複数の凹凸構造を設けた集電領域を備え、前記集電領域は、前記燃料電池用ガスセパレータを前記燃料電池に組み込んだときには、前記凹凸構造によって、隣接する部材との間で、前記電気化学反応に供するためのガスの流路を形成すると共に、前記集電領域に前記凹凸構造を設けることによって前記集電領域内に生じる応力の分布が偏るのを抑えるように、前記集電領域の外周線が、角部を有しない滑らかな線状に形成されていることを要旨とする。

【0007】また、本発明の第2の燃料電池用ガスセパレータは、複数の単セルを積層してなり電気化学反応により起電力を得る燃料電池に用いられ、電解質層および電極を形成する部材と共に前記単セルを構成する燃料電池用ガスセパレータであって、その表面に、複数の凹凸構造を設けた集電領域を備え、前記集電領域は、前記燃

料電池用ガスセパレータを前記燃料電池に組み込んだときには、前記凹凸構造によって、隣接する部材との間で、前記電気化学反応に供するためのガスの流路を形成すると共に、前記集電領域の形状が略多角形状を成し、前記集電領域の略多角形状の角部のうち、少なくとも一つの角部は、前記集電領域に前記凹凸構造を設けることによって生じる応力の分布が偏るのを抑えるように、前記角部に代えて、滑らかな曲線状に形成されていることを要旨とする。

【0008】以上のように構成された本発明の第1の燃料電池用ガスセパレータによれば、燃料電池内でガスの流路を形成する凹凸構造を備える集電領域は、この凹凸構造を設けることによって集電領域内に生じる応力の分布が偏るのを抑えるように、集電領域の外周線が、角部を有しない滑らかな線状に形成されている。また、本発明の第2の燃料電池用ガスセパレータによれば、燃料電池内でガスの流路を形成する凹凸構造を備える集電部は、略多角形状を成しており、前記集電領域に前記凹凸構造を設けることによって生じる応力の分布が偏るのを抑えるように、略多角形状の角部のうち少なくとも一つの角部は、この角部に代えて滑らかな曲線状に形成されている。このように、集電領域内で応力の分布が偏るのが抑えられるため、本発明の第1および第2の燃料電池用ガスセパレータでは、反りが充分に抑えられるという効果が得られる。また、本発明の第1および第2の燃料電池用ガスセパレータによれば、この燃料電池用ガスセパレータの反りが充分に抑えられることにより、このセパレータ30を用いて燃料電池を組み立てる際の組み付けが容易となる。

【0009】本発明の第2の燃料電池用ガスセパレータにおいて、前記略多角形状は、略四角形状であることとしてもよい。

【0010】また、本発明の第1および第2の燃料電池用ガスセパレータにおいて、前記集電領域は、金属板によって形成され、前記凹凸構造は、金属板のプレス成形によって形成されたこととしてもよい。

【0011】凹凸構造を形成することで応力の分布が偏ることに起因するガスセパレータの反りは、金属板をプレス成形してセパレータを製造する際に特に問題となる。金属板をプレス成形して集電領域を形成する際に、集電領域の形状を既述した形状とすることで応力の分布の偏りを抑えることができるため、金属板をプレス成形してガスセパレータを製造する利点（製造が容易で低コストであること）を損なうことなく、充分に反りの少ない金属製のセパレータを得ることができる。また、金属製のガスセパレータの反りを抑えることが可能となることで、より薄い金属板を用いてガスセパレータを製造することができ、このようにより薄い金属板を用いることで、このガスセパレータを備える燃料電池全体をさらに小型化することができる。

【0012】また、このような燃料電池用ガスセパレータにおいて、金属板をプレス成形することによって前記凹凸構造を形成した前記集電領域は、前記燃料電池用ガスセパレータを構成する他の領域とは別体で形成されたこととしてもよい。

【0013】このような構成とすれば、集電領域を既述した形状とすることで、金属板をプレス成形する利点（簡便で低コストであること）を生かしつつ、金属製の集電領域の反りを抑えることができる。さらに、集電領域以外の領域を集電領域とは別体とすることで、反りの抑えられた集電領域と反りのない他の部材とを組み合わせることができ、セパレータ全体の反りをさらに抑えることができる。また、集電領域とは別体の他の部材を、導電性を有しない材料で形成すれば、このガスセパレータを用いて組み立てた燃料電池において、燃料電池の周囲に設ける絶縁のための構造を簡素化することができる。

【0014】本発明の燃料電池用ガスセパレータの製造方法は、複数の単セルを積層してなり電気化学反応により起電力を得る燃料電池に用いられ、電解質層および電極を形成する部材と共に前記単セルを構成する燃料電池用ガスセパレータであって、その表面に、前記電気化学反応に供するガスの流路を前記燃料電池内で形成可能となる複数の凹凸構造を有する燃料電池用ガスセパレータの製造方法であって、（a）前記燃料電池用ガスセパレータの基材を用意する工程と、（b）前記基材に対して所定の外力を加えて、前記基材の表面上に、前記複数の凹凸構造を備える集電領域を形成する工程とを備え、前記（b）工程は、前記集電領域を形成する際に、前記外力によって前記集電領域内に生じる応力の分布が偏るのを抑えるように、前記集電領域の外周線の形状を滑らかな曲線状に形成することを要旨とする。

【0015】以上のように構成された本発明の燃料電池用ガスセパレータの製造方法によれば、前記集電領域内に生じる応力の分布が偏るのが抑えられるため、充分に反りが少ない燃料電池用ガスセパレータを製造することができる。このように、製造されたガスセパレータの反りが充分に少なくなるので、製造したガスセパレータのうち、反りに起因して不良品とされてしまうものの割合を充分に抑えることができ、ガスセパレータの生産性を充分に確保することができる。

【0016】このような本発明の燃料電池用ガスセパレータの製造方法において、前記（a）工程では、前記基材として金属板を用意すると共に、前記（b）工程では、前記金属板に前記外力を加えて、前記金属板をプレス成形することにより、前記集電領域を形成することとしてもよい。

【0017】このような製造方法によれば、既述したプレス成形の利点を損なうことなく、充分に反りの少ない金属製の燃料電池用ガスセパレータを製造することができる。

きる。

【0018】本発明の燃料電池は、ガスの供給を受け、電気化学反応によって起電力を得る燃料電池であって、請求項1ないし5いずれか記載の燃料電池用ガスセパレータを備えることを要旨とする。

【0019】このような燃料電池によれば、用いるガスセパレータの反りが充分に抑えられているため、燃料電池を組み付ける操作が容易となると共に、内部に大きな応力が発生しているセパレータを用いて燃料電池を組み付けることによって、燃料電池の耐久性が損なわれてしまうおそれがない。

【0020】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。本発明の第1実施例である燃料電池は、固体高分子型燃料電池であり、単セルを複数積層したスタック構造によって形成されている。図1および図2は、第1実施例の燃料電池が備えるセパレータ30の構成を表わす平面図であり、図1はセパレータ30の一方の面の様子を表わし、図2はセパレータ30の他方の面の様子を表わす。最初に、この図1および図2に基づいて、セパレータ30の構成を説明する。

【0021】セパレータ30は、その外枠をなす外縁部17と、外縁部17の内側に配設された集電部16とかなり、全体として、燃料電池に組み込んだときの積層面が四角形である板状構造をしている。外縁部17は、導電性を有しない樹脂によって形成されている。また、集電部16は、金属板をプレス成形することによって形成されており、その表面には所定の形状の凹凸構造が設けられている。金属板をプレス成形してなる集電部16に対して、所定の樹脂をインサート成型することによって、集電部16と外縁部17とが接合されたセパレータ30が製造される。

【0022】セパレータ30には、その周辺近く、すなわち、外縁部17において、10個の孔が設けられている。セパレータ30の1辺の近傍には、この辺に沿って隣接する4つの孔である孔部40～43が設けられており、この辺に対向する辺の近傍には、同じく隣接する孔部44～47が設けられている。さらに、上記孔部44に隣接して、セパレータ30の四隅に備えられた角部の一つの近傍には、孔部48が設けられており、また、孔部47に隣接して、上記した角部に隣接する角部の近傍には、孔部49が設けられている。なお、これらの孔部は、セパレータ30を用いて燃料電池を構成したときには、後述するように、流体の流路となるマニホールドを形成するが、図1および図2では、各孔部の部材番号と共に、それぞれの孔部が構成するマニホールドの部材番号も括弧を付して合わせて示した。

【0023】また、セパレータ30の一方の面上（図1に表わした側の面上）、すなわち集電部16の一方の面

上には、2つの凹部50、51が設けられている。これらの凹部は、それぞれ、互いに平行な横向きのU字形に形成されている。既述したように、集電部16と外縁部17とは接合されているため、集電部16に形成された凹部50は、その両端部において、外縁部17に設けられた孔部44および孔部45とそれぞれ連通している。また、凹部51は、その両端部において、孔部46および孔部47とそれぞれ連通している。同様に、セパレータ30の他方の面上(図2に表わした側の面上)、すなわち集電部16の他方の面上には、2つの凹部52、53が、互いに平行な横向きのU字形(凹部50、51とは逆向きのU字形)に形成されている。凹部52は、その両端部において、孔部40および孔部41とそれぞれ連通しており、凹部53は、その両端部において、孔部42および孔部43とそれぞれ連通している。これらの凹部50～53は、セパレータ30を用いて燃料電池を構成したときには、セパレータ30に隣接する部材(後述するガス拡散電極)との間で所定の空間を形成し、電気化学反応に供するガスを導く流路を形成する。

【0024】後述するように、セパレータ30を用いて形成する燃料電池は、セパレータ30を含む複数の部材を順次積層して形成するが、集電部16の表面に形成された凹部は、燃料電池内においてセパレータ30に隣接する部材との間で、上記したように、電気化学反応に供するガスの流路を形成する。したがって、燃料電池内におけるセパレータ30の積層面では、セパレータ30のそれぞれの面上で2つの凹部が形成されている領域、すなわち集電部16からなる領域が、燃料電池内で電気化学反応が進行する領域に対応する。

【0025】本実施例のセパレータ30では、この集電部16からなる領域は、略四角形に形成されているが、その四隅に相当する部分を形成する辺は、角部を形成しない滑らかな曲線となっていることを特徴としている。図1に基づいて説明すると、凹部50では、セパレータ30の角部の近くに設けられた孔部44に接する部分と、セパレータ30の角部の近くに設けられた孔部40に隣接する部分とにおいて、凹部50を形成する辺および集電部16の外周が滑らかな曲線となっている。また、凹部51では、セパレータ30の角部の近くに設けられた孔部47に接する部分と、セパレータ30の角部近くに設けられた孔部43に隣接する部分とにおいて、凹部51を形成する辺および集電部16の外周が滑らかな曲線となっている(図1中の点線の円で囲んだ領域参照)。集電部16は、その裏面において凹部52、53を形成しているため、図2に示した面側においても同様に、集電部16の四隅に相当する部分を形成する辺、および、凹部52、53において対応する場所に位置する辺は、角部を形成しない滑らかな曲線となっている。

【0026】また、図1および図2に示したセパレータ30では、凹部50～53は、底面が平坦な凹構造のよ

うに表わしたが、これらの凹部50～53には、実際には、その底面から突出する所定の形状の複数の凸構造が設けられている。凹部50～53に設けられたこのような凸構造の一例を図3に示す。図3(A)は、孔部44および凹部50の一部を拡大した様子を表わす平面図であり、図3(B)は、図3(A)におけるA-A断面の様子を表わす断面図である。図3に示すように、凹部50には、その底面から突出する複数の凸部55が設けられている。これらそれぞれの凸部55は、断面が略四角形であり、それぞれの高さが略同一となるように形成されている。

【0027】図3には、凹部50に設けられた凸部55のみを示したが、凹部51および、セパレータ30の他面に形成された凹部52、53にも、その底面から突出する複数の凸部が設けられている。セパレータ30を用いて燃料電池を構成したときには、これらの凸部は、セパレータ30に隣接する部材と接触することによって充分な導電性を確保すると共に、凹部50～53が形成する上記したガスの流路を通過するガスを拡散させて、上記したガスの流路を通過するガスを効率よく電気化学反応に供するために働く。したがって、凸部55の形状は、図3に示した形状とは異なる形状としてもよく、隣接する部材との間で充分な導電性を実現可能であって、凹部50～53が形成するガス流路を通過するガスを充分に拡散させることができればよい。

【0028】次に、以上のように構成されたセパレータ30を用いて組み立てた本実施例の燃料電池について説明する。本実施例の燃料電池は、固体高分子型燃料電池であり、単セルを複数積層したスタック構造として形成されている。図4は、本実施例の燃料電池を構成するスタック構造15の基本単位である単セル20の構成を表わす分解斜視図、図5は、スタック構造15の外観を表わす斜視図である。単セル20は、電解質膜31を、カソード32およびアノード33(図示せず)で挟持し、このサンドイッチ構造をさらに両側からセパレータ30で挟持することによって構成されている。このような単セル20を所定数積層することによって、スタック構造15が構成される。以下、図4および図5に基づいて、単セル20およびスタック構造15について説明する。

【0029】電解質膜31は、固体高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気伝導性を示す。本実施例では、ナフィオン膜(デュポン社製)を使用した。電解質膜31の表面には、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金が担持されている。カソード32およびアノード33は、ガス拡散電極である。これらは、炭素繊維からなる糸で織成したカーボンクロスや、カーボンペーパー、あるいはカーボンフェルトなど、充分なガス拡散性および導電性を有する部材によって構成される。

【0030】セパレータ30が、電解質膜31、カソード32およびアノード33と共に積層されて単セル20を形成し、さらにスタック構造15を構成するときには、セパレータ30上に設けられた各凹部は、隣接するガス拡散電極との間で、ガスの流路を形成する。すなわち、孔部40と41、および孔部42と43を連通させる凹部52および53は、隣接するカソード32の表面との間に単セル内酸化ガス流路を形成し、孔部44と45、および孔部46と47を連通させる凹部50および51は、隣接するアノード33の表面との間に単セル内燃料ガス流路を形成する。

【0031】単セル20を積層してスタック構造15を組み立てるときには、各セパレータ30が備える孔部40、42は、それぞれ、スタック構造15内部をその積層方向に貫通する酸化ガス供給マニホールド60、62を形成する。また、孔部41、43は、同じく、スタック構造15内部をその積層方向に貫通する酸化ガス排出マニホールド61、63を形成する。さらに、孔部44、46は、同じくスタック構造をその積層方向に貫通する燃料ガス供給マニホールド64、66をそれぞれ形成し、孔部45、47は、燃料ガス排出マニホールド65、67をそれぞれ形成する(図1参照)。スタック構造15内に形成されたこれらガス流路内のガスの流れについては、後に詳しく説明する(後述する図6および図7を参照)。また、スタック構造15では、各セパレータ30が備える孔部48、49は、それぞれ、スタック構造15内部をその積層方向に貫通する冷却水マニホールド68、69を形成する(図1参照)。この冷却水マニホールドは、燃料電池の内部に冷却水を循環させるための構造である。燃料電池の内部では発電に伴って熱が発生するため、燃料電池の内部を所定の温度範囲に保つため、このような構造が設けられている。

【0032】以上説明した各部材を備えるスタック構造15を組み立てるときには、セパレータ30、カソード32、電解質膜31、アノード33、セパレータ30の順序で順次重ね合わせ、所定の数の単セル20を積層した一方の端部にリターンプレート70を配置する。さらに、その両端に集電板36、37、絶縁板38、39、エンドプレート80、88を順次配置して図5に示すスタック構造15を完成する。

【0033】リターンプレート70は、充分な導電性を備えるガス不透過な部材(例えば、緻密質カーボンなど)によって形成されている。このリターンプレート70は、単セル20が積層された構造と接する側の面に、所定の形状の複数の凹部が形成されている。この凹部は、セパレータ30が備える孔部によって形成される既述したガスマニホールドの端部に対応する位置に設けられている。このような凹部によって、スタック構造15の端部で、所定のガス排出マニホールドとガス供給マニホールドとが連通され、スタック構造15の内部において

後述するようなガスの流れが可能となる。なお、リターンプレート70の構成は、本発明の要部とは直接関わらないため、リターンプレート70の構造に関するこれ以上の説明は省略する。

【0034】集電板36、37は緻密質カーボンや銅板などガス不透過な導電性部材によって形成され、絶縁板38、39はゴムや樹脂等の絶縁性部材によって形成され、エンドプレート80、88は剛性を備えた鋼等の金属によって形成されている。また、集電板36、37にはそれぞれ出力端子36A、37Aが設けられており、スタック構造15によって構成される燃料電池で生じた起電力を出力可能となっている。なお、エンドプレート80、絶縁板38、集電板36およびリターンプレート70には、対応する同じ位置に、6つの孔部が設けられている。例えば、エンドプレート80には、孔部81～86が設けられている(図5参照)。

【0035】孔部81、および、絶縁板38と集電板36とリターンプレート70においてこれに対応する同じ位置に設けられた孔部は、スタック構造15を構成したときには、既述した燃料ガス供給マニホールド64(各セパレータ30が備える孔部44によって形成される)に連通するガス流路を形成する。また、孔部82、および、絶縁板38と集電板36とリターンプレート70においてこれに対応する同じ位置に設けられた孔部は、スタック構造15を構成したときには、既述した燃料ガス排出マニホールド67(各セパレータ30が備える孔部47によって形成される)に連通するガス流路を形成する。同じく、孔部83、および、絶縁板38と集電板36とリターンプレート70においてこれに対応して設けられた孔部は、酸化ガス供給マニホールド60(各セパレータ30が備える孔部40によって形成される)に連通するガス流路を形成し、孔部84、および、絶縁板38と集電板36とリターンプレート70においてこれに対応して設けられた孔部は、酸化ガス排出マニホールド63(各セパレータ30が備える孔部43によって形成される)に連通するガス流路を形成する。また、孔部85、および、絶縁板38と集電板36とリターンプレート70においてこれに対応する同じ位置に設けられた孔部は、スタック構造15を構成したときには、既述した冷却水マニホールド68(各セパレータ30が備える孔部48によって形成される)に連通する冷却水流路を形成する。さらに、孔部86、および、絶縁板38と集電板36とリターンプレート70においてこれに対応する同じ位置に設けられた孔部は、スタック構造15を構成したときには、既述した冷却水マニホールド69(各セパレータ30が備える孔部49によって形成される)に連通する冷却水流路を形成する。

【0036】スタック構造15からなる燃料電池を動作させるときには、エンドプレート80が備える孔部81と図示しない燃料ガス供給装置とが接続され、水素リッ

チな燃料ガスが燃料電池内部に供給される。同様に、燃料電池を動作させるときには、孔部83と図示しない酸化ガス供給装置とが接続され、酸素を含有する酸化ガス（空気）が燃料電池内部に供給される。ここで、燃料ガス供給装置と酸化ガス供給装置は、それぞれのガスに対して所定量の加湿および加圧を行なって燃料電池に供給する装置である。また、燃料電池を動作させるときには、孔部82と図示しない燃料ガス排出装置とが接続され、孔部84と図示しない酸化ガス排出装置とが接続される。なお、燃料ガスとしては、炭化水素を改質して得た水素リッチガスの他、純度の高い水素ガスを用いることとしても良い。さらに、燃料電池を動作させるときには、孔部85と図示しない冷却水供給装置とが接続され、孔部86と図示しない冷却水排出装置とが接続される。これによって、燃料電池内で発生した熱が、冷却水によって燃料電池外部に排出される。

【0037】スタック構造15を構成するときの各部材の積層順序は既述した通りであるが、電解質膜31の周辺部には、セパレータ30と接する領域において所定のシール部材が設けられる。このシール部材は、各単セル内部から燃料ガスおよび酸化ガスが漏れ出すのを防ぐと共に、スタック構造15内において燃料ガスと酸化ガスとが混合してしまうのを防止する役割を果たす。

【0038】以上説明した各部材からなるスタック構造15は、その積層方向に所定の押圧力がかかった状態で保持され、燃料電池が完成する。スタック構造15を押圧する構成については、本発明の要部とは関わらないため図示は省略した。スタック構造15を押圧しながら保持するには、スタック構造15をボルトとナットを用いて締め付ける構成としても良いし、あるいは所定の形状のスタック収納部材を用意して、このスタック収納部材の内部にスタック構造15を収納した上でスタック収納部材の両端部を折り曲げて、スタック構造15に押圧力を作用させる構成としても良い。

【0039】次に、以上のような構成を備えた燃料電池における燃料ガスおよび酸化ガスの流れについて説明する。最初に、燃料ガスについて説明する。図6は、スタック構造15内の燃料ガスの流れを立体的に表わす説明図、図7は、同じく燃料ガスの流れを平面的に表わした説明図である。既述したように、燃料電池外部に設けられた燃料ガス供給装置は、エンドプレート80に設けられた孔部81に接続され、燃料ガス供給装置から供給される燃料ガスは、絶縁板38、集電板36およびリターンプレート70の対応する位置に設けられた孔部を介して、燃料ガス供給マニホールド64内に導入される。燃料ガス供給マニホールド64内を通過する燃料ガスは、各単セル20において、各セパレータ30にが備える凹部50と隣接するアノード33との間で形成されるガス流路（単セル内燃料ガス流路）内に導かれる。これら単セル内燃料ガス流路に導かれた燃料ガスは、各単セ

ルにおいて電気化学反応に供されるが、反応に関与しなかった残りの燃料ガスは、セパレータ30に設けられた孔部45によって形成される燃料ガス排出マニホールド65に排出される。なお、図6では、凹部50が形成する単セル内燃料ガス流路、および、後述する凹部51が形成する単セル内燃料ガス流路における燃料ガスの流れ（積層面上におけるU字形の流れ）は、スタック構造15の中で3カ所のみ示したが、実際にはすべての単セル20において、内部に形成される単セル内燃料ガス流路でこのようにガスが流れる。燃料ガス排出マニホールド65では、燃料ガス供給マニホールド64とは逆向きに燃料ガスが通過しながら、各単セル内に形成された単セル内燃料ガス流路から排出される燃料ガスが合流する。

【0040】このような燃料ガスは、スタック構造15端部のリターンプレート70に達すると、リターンプレート70の表面に設けられた既述した凹部によって、さらに燃料ガス供給マニホールド66内に導かれる。燃料ガス供給マニホールド66内に導かれた燃料ガスは、この燃料ガス供給マニホールド66内を通過しながら、各セパレータ30が備える凹部51と隣接するアノード33との間で形成される各単セル内燃料ガス流路に分配され、この単セル内燃料ガス流路を通過しつつ電気化学反応に供される。このようにして単セル内燃料ガス流路を通過した燃料ガスは、燃料ガス排出マニホールド67に排出され、燃料ガス供給マニホールド66とは逆向きに流れながら合流し、再びリターンプレート70に達する。リターンプレート70に達した燃料ガスは、エンドプレート80に設けられた孔部82と、集電板36、絶縁板38およびリターンプレート70の対応する位置に設けられた孔部とを介して、孔部82に接続する燃料ガス排出装置に排出される。

【0041】以上、スタック構造15内における燃料ガスの流れについて説明したが、スタック構造15内における酸化ガスの流れについても同様である。すなわち、酸化ガスの流れは、図6および図7に基づいた上記説明において、燃料ガス供給マニホールド64、66を、それぞれ酸化ガス供給マニホールド60、62に、燃料ガス排出マニホールド65、67を、酸化ガス排出マニホールド61、63に、凹部50、51が形成する単セル内燃料ガス流路を、凹部52、53が形成する単セル内酸化ガス流路に読み替えればよい。酸化ガス供給装置から燃料電池に供給された酸化ガスは、まず、酸化ガス供給マニホールド60内を通過しつつ、各セパレータ30が備える凹部52とカソード32との間に形成される単セル内酸化ガス流路に分配されて電気化学反応に供される。反応に関与しなかった残りの酸化ガスは、酸化ガス排出マニホールド61に集合して、酸化ガス供給マニホールド60とは逆向きに流れリターンプレート70に到る。

【0042】このような酸化ガスは、リターンプレート

70が備える所定の凹部によって、酸化ガス供給マニホールド62内に導かれる。酸化ガス供給マニホールド62内に導かれた酸化ガスは、各セパレータ30が備える凹部53とカソード32との間に形成される単セル内酸化ガス流路に分配されて電気化学反応に供される。このようにして単セル内酸化ガス流路を通過した酸化ガスは、酸化ガス排出マニホールド63に排出され、酸化ガス供給マニホールド62とは逆向きに流れながら合流し、再びリターンプレート70に達する。リターンプレート70に達した酸化ガスは、エンドプレート80に設けられた孔部84と、絶縁板38、集電板36およびリターンプレート70の対応する位置に設けられた孔部とを介して、孔部84に接続する酸化ガス排出装置に排出される。

【0043】以上説明した実施例によれば、それぞれのセパレータ30において、略四角形をしている集電部16の四隅を、角部のない滑らかな曲線となるように形成することで、集電部16の反りが抑えられる。したがって、金属板をプレス成形してセパレータを製造するという簡便で低コストなセパレータの製造方法の利点を損なうことなく、金属セパレータが反ってしまうという問題を解決することができる。

【0044】既述したように、金属板をプレス成形して複数の細かい凹凸構造を形成すると、金属板の曲げや延ばしによって金属板内部に生じる応力のために金属板が反ってしまい、充分に反りの少ない金属セパレータを製造することは困難であった。しかしながら上記実施例のように、凹凸構造を備える集電領域を、その外周線が角部を有しない滑らかな線状となるように形成すると、応力が生じる原因となる凹凸構造の分布状態がより均一となる。すなわち、セパレータ30の外形と同様に、集電領域を、角部を有する四角形状とすると、集電領域の中心から集電領域の外周線上の各点までの距離の中では、これら角部までの距離が最も長くなるため、角部を結ぶ対角線上には、応力を生じさせる凸構造が他の領域よりも多く設けられることになって強い応力が働くが、上記構成とすることによってこのような応力分布の偏りを抑えることができ、セパレータ30の反りを効果的に少なくすることができる。

【0045】このように、セパレータ30の反りが抑えられることによって、このセパレータ30を用いて燃料電池を組み立てる際の組み付けが容易となる。また、セパレータの反りが充分に抑えられるので、製造したセパレータのうち、反りに起因して不良品とされてしまうものの割合を充分に抑えることができ、セパレータの生産性を充分に確保することができる。さらに、内部に大きな応力が発生しているセパレータを用いて燃料電池を組み付けることによって、燃料電池の耐久性が損なわれてしまうおそれがない。

【0046】なお、このような金属板のプレス形成によ

ってセパレータに生じる反りは、セパレータを製造するためにプレス成形に供する金属板が薄いほど、より顕著に現われる。したがって、上記実施例のように、外周線が角部のない滑らかな曲線状となるように集電部を形成することによって、セパレータの反りを充分に抑えるならば、より薄い金属板を用いてプレス形成に供しても、反りが充分に少ないセパレータを製造することが可能となる。また、このように、より薄い金属セパレータを製造できることによって、燃料電池のさらなる小型化が可能となる。

【0047】なお、セパレータ30は、その表面において各凹部をU字形に形成されているため、各单セル内ガス流路を通過するガスは、このU字形の底部に相当するガス流路の屈曲部を通過することで、流れの方向が逆向きに変更される。このように、屈曲部を設けて单セル内ガス流路を途中で折り曲げることで、单セル内ガス流路の流路断面積を小さくし、流路内を通過するガスの流量および流速を増大させ、ガスの利用率の向上を図ることができるが、上記屈曲部では、流路をガスが通過する際の圧損が増大してしまう。上記実施例のように屈曲部の形状を滑らかな曲線状にすることによって、屈曲部においてガスをスムーズに導き、上記屈曲部をガスが通過する際の圧損を抑えることができる。また、このような屈曲部において、屈曲部に角部を設けた場合（略四角形の集電領域の四隅として角部が設けられている場合）には、この角部は、ガスの流れが不十分になりやすく、電気化学反応の進行状態が不十分になりやすい領域となる。したがって、上記実施例のように、集電部の四隅を滑らかな曲線にして角部に相当する集電部の面積を減らしても、電池性能にさほど影響はない。

【0048】さらに、上記実施例によれば、集電部16の四隅において角部をなくして滑らかな曲線状として、燃料電池内でマニホールドを効率的に配置することが可能となる。すなわち、セパレータ30では、集電部16およびセパレータ30の一辺に沿って、酸化ガスマニホールドを形成する孔部40～43が設けられ、これらの辺に対向する辺に沿って、燃料ガスマニホールドを形成する孔部44～47が設けられている。ここで、集電部16は、その四隅が角部のない滑らかな曲線状に形成されているため、集電部16の四隅に隣接する孔部40、43、44、47と、セパレータ30のそれぞれの四隅との間には、所定のスペースが生じる。したがって、このスペースに、冷却水マニホールドを形成するための孔部（孔部48、49）を設けることができ、冷却水マニホールドを設けるためにセパレータの横幅を大きくする必要がなく、燃料電池内でマニホールドを効率的に配置して、燃料電池の積層面における集電部の面積の割合を充分に高くすることができる。

【0049】なお、セパレータ30の集電部16を構成する金属としては、充分な導電性、強度、および耐食性

を備えていればよく、例えば、ステンレスなどを用いることができる。また、セパレータ30の耐食性をさらに向上させるために、特に耐食性に優れた導電性物質、例えば、チタンやニッケルなどの金属や、カーボンからなる被覆層を、集電部16の表面に設ける構成も望ましい。

【0050】また、上記実施例のセパレータ30では、集電部16と外縁部17とは異なる部材からなるが、両者を一体で形成することとしてもよい。すなわち、金属板をプレス成形して集電部を形成すると共に、この金属板の所定の位置を打ち抜いて孔部を設け、一枚の金属板から、集電部と外縁部とが一体となった金属製のセパレータを製造することとしてもよい。このような場合にも、プレス成形により形成する集電部の外縁の形状を、その四隅において角部のない滑らかな曲線状としてことで、集電部が備える凹凸形状を形成することでセパレータ内に生じる応力の分布の偏りを抑え、セパレータの反りを少なくする効果を得ることができる。なお、上記した実施例のセパレータ30では、集電部16を既述した形状とすることで金属製の集電部16の反りを抑えると共に、この集電部16を、反りを生じない樹脂製の外縁部17と一体とすることで、セパレータ30全体の反りをさらに抑えることができる。

【0051】また、上記実施例のセパレータ30では、集電部16は、それぞれの面上において、平行な2つのU字形の凹部からなることとしたが、集電部内に形成される凹部の形状は、他のいかなる形状であってもよい。すなわち、集電部の外周を、角部のない滑らかな曲線状となるように形成すれば、集電部内に形成される凹部の形状が他の形状であっても、プレス成形によって集電部内に生じる応力の分布の偏りを抑えることができ、セパレータの反りを少なくすることができます。セパレータ30が備える凹部とは異なる形状の凹部を備えるセパレータの例を図8に示す。

【0052】図8に示すセパレータ130は、金属板をプレス成形することにより形成されており、その一方の面上に凹部150を備えると共に、四隅のそれぞれの近傍に孔部140, 143, 144, 147が形成されており、さらに、孔部143, 144の近傍には、孔部149, 148が設けられている。ここで、凹部150は、略円形に形成されており、その内部において図3に示した凸部55と同様に複数の凸構造が形成され、孔部144, 147と連通している。また、セパレータ130の他方の面(図示せず)には、凹部150と同様の凹部が設けられており、この凹部は、孔部140, 143と連通している。このようなセパレータ130を用いて燃料電池を構成する場合には、凹部150は単セル内燃料ガス流路を形成し、孔部144, 147は燃料ガスマニホールドを、孔部140, 143は酸化ガスマニホールドを、孔部148, 149は冷却水マニホールドを形

成する。また、セパレータ130を用いて構成した燃料電池内では、凹部150が形成する単セル内燃料ガス流路において、孔部144, 147のうちの一方が形成するガスマニホールドから他方が形成するガスマニホールドに向かってガスが流れる。

【0053】このようなセパレータ130では、凹部150が形成される領域が既述した集電部に相当するが、この集電部を、略円形、すなわちその外周を角部のない滑らかな曲線状としてことで、既述した実施例と同様に、セパレータ130の反りを抑える効果を得ることができる。また、凹部150を上記した形状として、ガスマニホールドを形成するための孔部をこの凹部150に沿って設けることによって、セパレータ130の四隅の近傍には所定のスペースが生じる。したがって、ここに、冷却水マニホールドを形成する孔部148, 149を設けることができ、既述した実施例と同様に、マニホールドを効率的に配置できるという効果も得られる。

【0054】なお、既述した実施例では、集電部の四隅すべてを、角部を有しない曲線状となるよう形成したが、四隅のうちの少なくとも一つにおいて、このような構成としてもよい。このような場合にも、四隅のうちの少なくとも一つを、角部を有しない曲線状として、プレス成形によって凹凸形状を形成する際に生じる応力の分布の偏りを抑える所定の効果を得ることができる。また、集電部の形状は、略四角形以外の多角形状であっても、その角部に相当する形状を滑らかな曲線として、セパレータの反りを抑える同様の効果を得ることができる。

【0055】既述した実施例では、1枚の金属板をプレス成形することによって、その両面に所定の凹凸形状を有する集電部16を形成したが、プレス成形した金属板を2枚貼り合わせて集電部を形成することもできる。すなわち、プレス成形といった塑性加工だけでは、所望の凹凸形状を両面に有する集電部を形成するのが困難である場合には、集電部のいずれか一方の面に対応する凸構造を形成するように金属板を加工し、集電部の他方の面に対応する凸構造を形成するように加工した金属板と共に、上記凸構造が向かい合わない方向で両者を貼り合わせて、一つの集電部を形成することとしてもよい。このような場合にも、集電領域の外周の形状を、角部を有しない滑らかな線状として、セパレータの反りを抑える効果を得ることができる。

【0056】このように、金属製の薄板をプレス成形する際には、応力分布の不均一による成形体の反りが特に大きな問題となり、集電領域を既述した形状とすることによる効果が特に顕著に得られるが、他の方法でセパレータの凹凸構造を形成する場合であっても、集電領域の外周の形状を角部のない滑らかな曲線状にすることによって、セパレータの反りを抑える所定の効果を得ることができる。例えば、平坦な金属板上に、熱で溶融させた

金属を盛りつけることによって、セパレータ表面に凹凸構造を形成する場合にも、集電領域の外周の形状を角部のない滑らかな曲線状にすることで、セパレータの反りを抑えることができる。既述した実施例では、セパレータ内に分布する応力は、金属板を曲げたり伸ばしたりする外力によって生じるが、溶融金属を盛りつける場合には、セパレータに分布する応力は、熱という外力によって発生する。その他、カーボン材料をプレス成形してセパレータを製造する場合など、他の材料、他の製造方法による場合であっても、集電領域の形状を既述した形状とすることで、単セル内流路を形成するための凹凸構造を設けることでセパレータ内に生じる応力の分布が偏るのを抑え、セパレータの反りをより小さくする効果を得ることができる。

【0057】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々なる様態で実施し得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な一実施例であるセパレータ30を一方の面から見た様子を表わす説明図である。

【図2】セパレータ30を他方の面から見た様子を表わす説明図である。

【図3】凹部50に設けられた凸部55の様子を表わす説明図である。

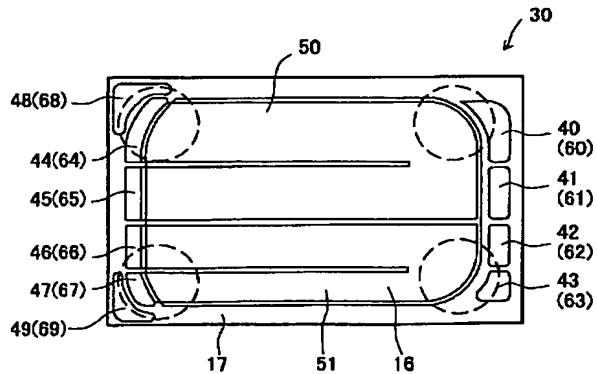
【図4】単セル20の構成を表わす分解斜視図である。

【図5】スタック構造15の外観を表わす斜視図である。

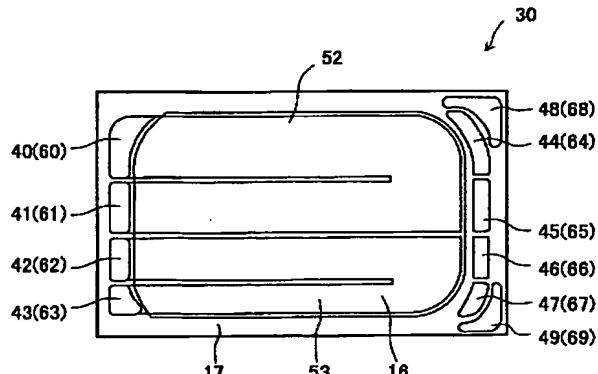
【図6】スタック構造15内での燃料ガスの流れを立体的に表わす説明図である。

【図7】スタック構造15内での燃料ガスの流れを平面的に表わした説明図である。

【図1】



【図2】

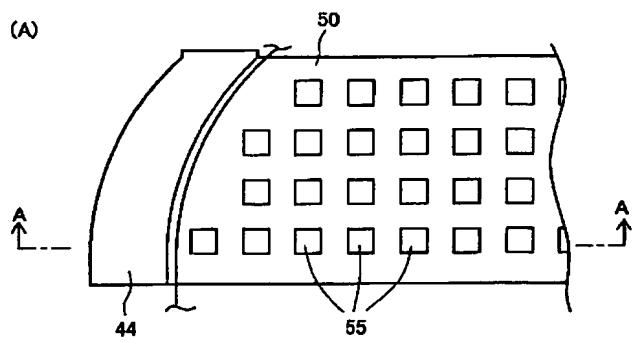


【図8】セパレータ130の構成を表わす説明図である。

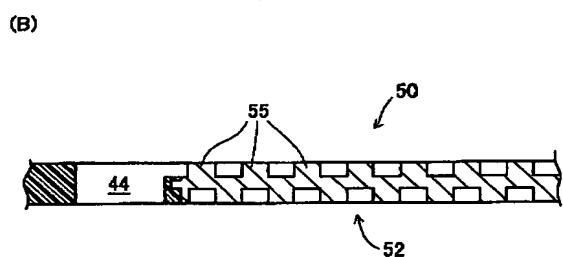
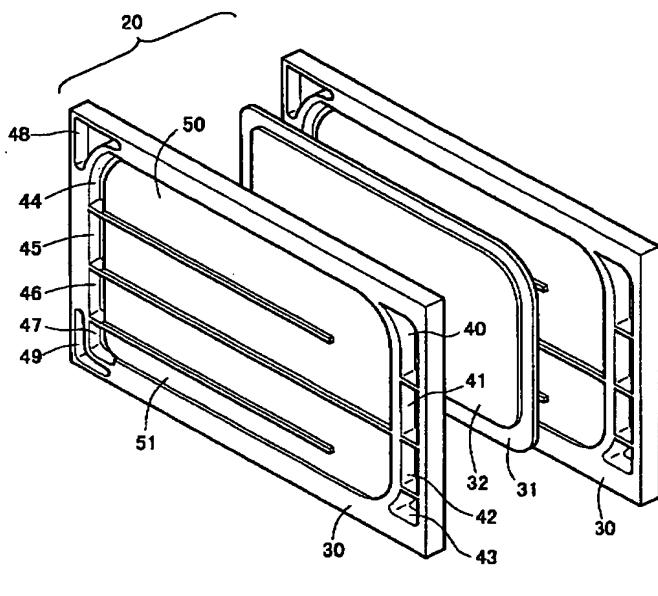
#### 【符号の説明】

- 15…スタック構造
- 16…集電部
- 17…外縁部
- 20…単セル
- 30…セパレータ
- 31…電解質膜
- 32…カソード
- 33…アノード
- 36, 37…集電板
- 36A, 37A…出力端子
- 38, 39…絶縁板
- 40～43…孔部
- 44～47…孔部
- 48, 49…孔部
- 50～53…凹部
- 55…凸部
- 60, 62…酸化ガス供給マニホールド
- 61, 63…酸化ガス排出マニホールド
- 64, 66…燃料ガス供給マニホールド
- 65, 67…燃料ガス排出マニホールド
- 68, 69…冷却水マニホールド
- 70…リターンプレート
- 80, 88…エンドプレート
- 81～86…孔部
- 130…セパレータ
- 140, 143, 144, 147, 148, 149…孔部
- 150…凹部

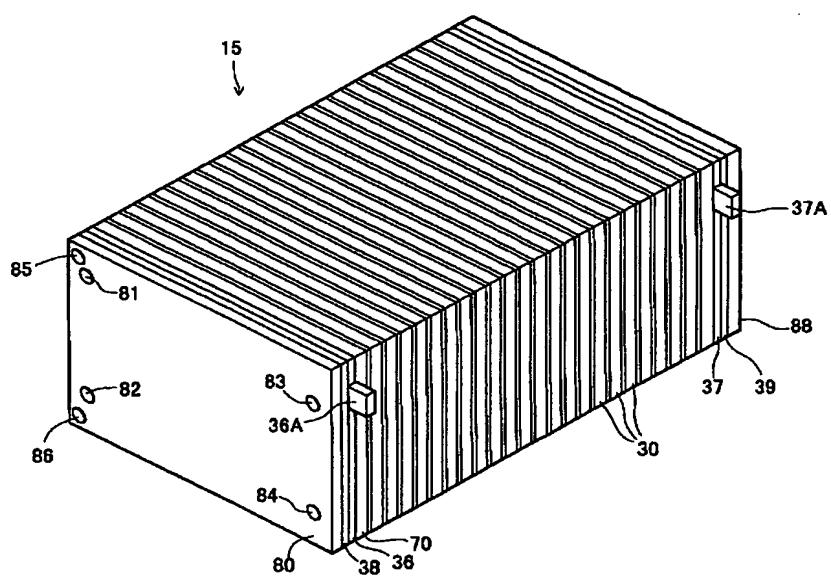
【図3】



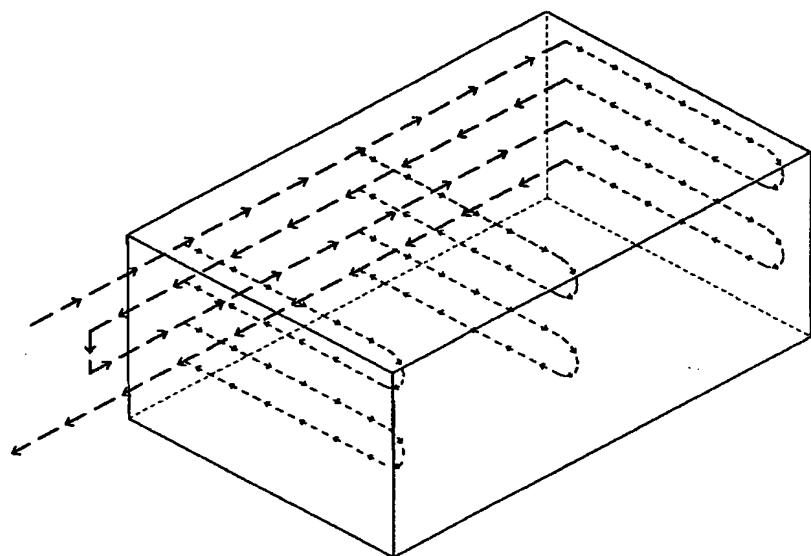
【図4】



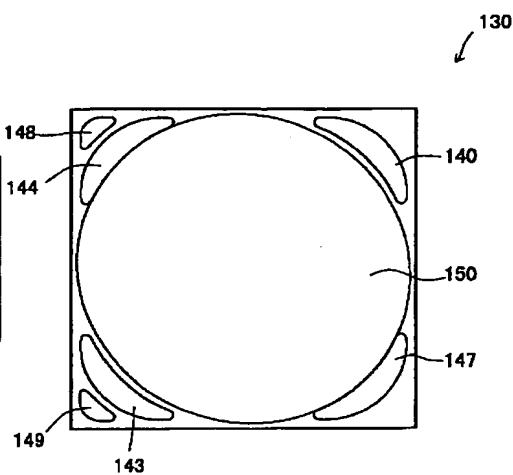
【図5】



【図6】



【図8】



【図7】

